

Thermal power plant has heat exchanger arrangement arranged to heat second working fluid before it enters second vapor generator using waste heat from first vapor generator

Patent Number: DE10029732

Publication date: 2002-01-03

Inventor(s): SCHAEFF BERND (DE); SCHILLER ANDREAS (DE)

Applicant(s): SCHAEFF BERND (DE); SCHILLER ANDREAS (DE)

Requested Patent: DE10029732

Application Number: DE20001029732 20000623

Priority Number(s): DE20001029732 20000623

IPC Classification: F01K27/02; F01K25/08

EC Classification: F01K23/04

Equivalents:

Abstract

The device has a first vapor generator (12) for evaporating a first working fluid connected to a first vapor power machine (14) and a second vapor generator (20) connected to the first machine and to a second vapor power machine (32). The second vapor generator cools the working fluid from the first machine and evaporates a second working fluid to drive the second machine. A heat exchanger arrangement (40) is arranged and designed to heat the second working fluid before it enters the second vapor generator using waste heat from the first vapor generator.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



**(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

**⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 100 29 732 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
F 01 K 27/02
F 01 K 25/08

(21) Aktenzeichen: 100 29 732.3
(22) Anmeldetag: 23. 6. 2000
(43) Offenlegungstag: 3. 1. 2002

⑦ Anmelder:
Schiller, Andreas, 14806 Lübnitz, DE; Schäff, Bernd,
14469 Potsdam, DE

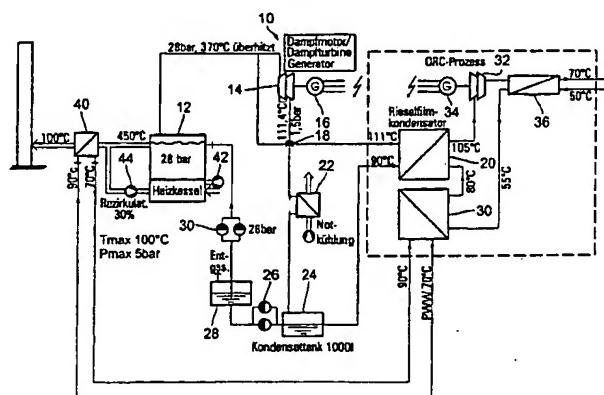
74 Vertreter:
Eisenführ, Speiser & Partner, 14195 Berlin

(72) Erfinder:
Schiller, Andreas, 14806 Lübnitz, DE; Schäff, Bernd,
14469 Potsdam, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Dampfkraftanlage

57 Wärmekraftanlage mit einem ersten Dampferzeuger zum Verdampfen eines ersten Arbeitsfluids und einer mit diesem verbundenen ersten Dampfkraftmaschine sowie mit einem zweiten Dampferzeuger, der mit der ersten Dampfkraftmaschine und einer zweiten Dampfkraftmaschine verbunden und ausgebildet ist, aus der ersten Dampfkraftmaschine austretendes erstes Arbeitsfluid zu kühlen und ein zweites Arbeitsfluid zum Antrieb der zweiten Dampfkraftmaschine zu verdampfen, wobei durch Wärmetauschmittel, die angeordnet und ausgebildet sind, das zweite Arbeitsfluid vor dem Eintritt in den zweiten Dampferzeuger mittels Abwärme des ersten Dampferzeugers vorzuwärmen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wärmekraftanlage mit einem ersten Dampferzeuger zum Verdampfen eines ersten Arbeitsfluids und einer mit dem ersten Dampferzeuger verbundenen ersten Dampfkraftmaschine, sowie mit einem zweiten Dampferzeuger, der mit der ersten Dampfkraftmaschine und einer zweiten Dampfkraftmaschine verbunden und ausgebildet ist, aus der ersten Dampfkraftmaschine austretendes erstes Arbeitsfluid zu kühlen und ein zweites Arbeitsfluid zum Antrieb der zweiten Dampfkraftmaschine zu verdampfen.

[0002] Dampfkraftanlagen, die beispielsweise nach dem Rankine-Prozess arbeiten, sind grundsätzlich bekannt. Zur Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades solcher Wärmekraftanlagen ist es beispielsweise aus der DE 34 20 293 sowie der US 4,760,705 bekannt, zwei Wärmekraftprozesse derart hintereinander zu schalten, dass die Wärme des aus einer ersten Wärmekraftmaschine des ersten Prozesses austretenden ersten Arbeitsfluids zum Verdampfen des zweiten Arbeitsfluids für den zweiten Wärmekraftprozess verwendet wird. Auf diese Weise lässt sich einerseits eine Kühlung des ersten Arbeitsfluids auf der Austrittsseite der ersten Wärmekraftmaschine erzielen, so dass sich eine größere Temperatur- und Druckdifferenz zwischen Ein- und Austritt des ersten Arbeitsfluids in die bzw. aus der ersten Wärmekraftmaschine gibt, mit der Folge, dass der erste Wärmekraftprozess mit höherem mechanischem Wirkungsgrad abläuft. Andererseits kann die auf die diese Weise dem ersten Wärmekraftprozess entzogene Wärmeenergie noch zu einem Teil in weitere mechanische Energie umgesetzt werden, indem sie in einem zweiten Wärmekraftprozess zum Antrieben einer zweiten Wärmekraftmaschine genutzt wird. Der zweite Wärmekraftprozess ist dabei vorzugsweise ein organischer Rankine-Prozess (organic rankine cycle), der mit einem organischen Arbeitsfluid auf niedrigerem Temperaturniveau arbeitet.

[0003] Es besteht das Bedürfnis, den Wirkungsgrad einer derartigen Wärmekraftanlage weiter zu erhöhen.

[0004] Dieses Ziel wird erfundungsgemäß mit einer Wärmekraftanlage der eingangs genannten Art erzielt, indem ein Wärmetauscher dazu vorgesehen ist, das zweite Arbeitsfluid vor dem Eintritt in den zweiten Dampferzeuger mittels Abwärme des ersten Dampferzeugers vorzuwärmen.

[0005] Indem das zweite Arbeitsfluid durch die Abwärme des ersten Dampferzeugers vorgewärmt wird, kann auch diese Abwärme, die sonst ungenutzt wäre, genutzt werden. Dies ist möglich, da der zweite Wärmekraftprozess auf niedrigeren Temperaturniveaus abläuft, als der erste Wärmekraftprozess. Das Temperaturniveau der Abwärme des ersten Dampferzeugers ist ausreichend hoch, um im zweiten Wärmekraftprozess genutzt zu werden.

[0006] Vorzugsweise ist der Wärmetauscher für das Vorwärmen des zweiten Arbeitsfluids bezüglich des ersten Dampferzeugers so angeordnet und ausgebildet, dass er das Abgas des ersten Wärmetauschers kühl und die so gewonnenes Wärme dem zweiten Arbeitsfluid zuführt.

[0007] Im zweiten Wärmekraftprozess ist vorzugsweise ein zweiter Wärmetauscher für das zweite Arbeitsfluid an der Austrittsseite der zweiten Wärmekraftmaschine angeordnet, der ausgebildet ist, das zweite Arbeitsfluid zu kühlen und die freiwerdende Wärme für die weitere thermische Nutzung, beispielsweise die Raumheizung, zu nutzen.

[0008] In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Wärmekraftanlage ist der zweite Dampferzeuger ein Rieselfilm-Wärmetauscher, der ausgebildet ist, das aus der ersten Wärmekraftmaschine austretende erste Arbeitsfluid zu einem Rieselfilm zu kondensieren und die Konden-

sationswärme durch eine wärmeleitende Trennwand auf das zweite Arbeitsfluid zu übertragen, um dieses zu verdampfen. Das zweite Arbeitsfluid ist vor dem Verdampfen in dem zweiten Dampferzeuger bereits durch die Abgaswärme des ersten Dampferzeugers vorgewärmt. Es hat sich gezeigt, dass sich mittels des Rieselfilm-Wärmetauschers eine besonders effektive Wärmeübertragung aus dem ersten Wärmekraftprozess in den zweiten Wärmekraftprozess bewirken lässt.

[0009] Das erste Arbeitsfluid ist vorzugsweise Wasser und das zweite Arbeitsfluid vorzugsweise ein organisches Fluid. Dieses organische Fluid hat vorzugsweise eine Siedetemperatur von ca. 80°C.

[0010] Die Erfindung soll nun anhand eines Ausführungsbeispieles mithilfe der Figur näher erläutert werden. Die Figur zeigt eine Wärmekraftanlage in schematischer Darstellung.

[0011] In der Figur sind nur die wesentlichen Komponenten einer Wärmekraftanlage 10 dargestellt, nämlich ein erster Dampferzeuger 12, der in bekannter Weise zur Feuerung durch fossile Brennstoffe ausgebildet ist und ein erstes Arbeitsfluid, nämlich Wasser auf ca. 370°C erhitzt. Das Wasser tritt aus dem Dampferzeuger 12 als überhitzter Dampf mit einem Druck von 28 bar aus und wird über nicht dargestellte Regelventile einem Dampfmotor oder einer Dampfturbine 14 zugeführt.

[0012] Die Dampfturbine 14 ist mit einem Generator 16 verbunden, der die mechanische Arbeit der Dampfturbine 14 in elektrische Energie umwandelt.

[0013] In der Dampfturbine 14 kühlt sich der Wasserdampf auf eine Temperatur von beispielsweise 111,4°C ab. Dies entspricht einem Dampfdruck von 1,5 bar. Der aus der Dampfturbine 14 austretende Wasserdampf wird über ein Mehrwegeventil 18 einem Rieselfilmkondensator 20 zugeführt. In anderen Betriebszuständen kann der aus der Dampfturbine austretenden Wasserdampf in einer anderen Stellung des Mehrwegeventils 18 auch einer Notkühlung 22 zugeführt werden.

[0014] Je nach Stellung des Mehrwegeventiles 18 wird der aus der Dampfturbine 14 austretende Wasserdampf in dem Rieselfilmkondensator 20 oder der Notkühlung 22 zu etwa 90°C warmen Wasser kondensiert. Das Kondensat des ersten Arbeitsfluids, also flüssiges Wasser, wird in einem Kondensattank 24 gesammelt und über Pumpen 26 einem Zwischentank 28 zugeführt. Aus diesem Zwischentank wird das Wasser über zwei Speisepumpen 30 wieder in den ersten Dampferzeuger 12 zurückgeführt. Die Speisepumpen 30 müssen dazu den im ersten Dampferzeuger 10 herrschenden Druck von 28 bar überwinden, das heißt das Speisewasser mit 28 bar in den ersten Dampferzeuger pumpen.

[0015] Damit ist der Kreislauf des ersten Arbeitsfluids, nämlich Wasser, beschrieben. Der Kreislauf des ersten Arbeitsfluids stellt einen ersten Wärmekraftprozess dar.

[0016] Ein vom Kreislauf des ersten Arbeitsfluids unabhängiger Kreislauf eines zweiten, organischen Arbeitsfluids stellt einen zweiten, mit dem ersten gekoppelten Wärmekraftprozess dar.

[0017] Das zweite Arbeitsfluid ist eine organische Fluid mit einer Siedetemperatur von etwa 80°C. Dieses Arbeitsfluid wird in dem Rieselfilmkondensator 20 durch die Kon densationswärme des ersten Arbeitsfluids auf etwa 105°C aufgeheizt und damit verdampft. Dazu ist in dem Rieselfilmkondensator 20 eine wärmeleitende Trennwand vorgesehen, die den Kreislauf des ersten Arbeitsfluids von demjenigen des zweiten Arbeitsfluids vollständig trennt. Auf einer Seite wird die wärmeleitende Trennwand vom ersten Arbeitsfluid, dem aus der Dampfturbine 14 austretenden Wasserdampf beaufschlagt. Gleichzeitig wird die Trennwand auf ihrer an-

deren Seite durch das zweite Arbeitsfluid gekühlt. Der Wasserdampf kondensiert auf der einen Seite der Trennwand und schlägt sich als Rieselfilm nieder. Auf der anderen Seite der Trennwand wird zunächst flüssiges zweites Arbeitsfluid mittels der Kondensationswärme des ersten Arbeitsfluids verdampft.

[0018] Das zweite Arbeitsfluid tritt als Dampf mit einer Temperatur von etwa 105°C aus dem Rieselfilmkondensator 20 aus und wird einer als Dampfkraftmaschine 32, ebenfalls ein Dampfmotor oder eine Dampfturbine, ausgebildeten zweiten Wärmekraftmaschine zugeführt. In dieser entspannt sich der Dampf des zweiten Arbeitsfluids und kühlt sich auf eine Temperatur von ca. 70°C ab. Die frei werdende Energie wird in der zweiten Dampfmaschine 32 in mechanische Energie umgewandelt. Die zweite Dampfmaschine 32 ist mechanisch mit einem Generator 34 gekoppelt, der die mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt.

[0019] Das aus der zweiten Dampfmaschine austretende zweite Arbeitsfluid wird einem Restwärmetauscher 36 zugeführt. In diesem gibt das zweite Arbeitsfluid Wärme beispielsweise an Heiz- oder Brauchwasser ab, so dass die Wärme beispielsweise für die Wohnungsheizung oder die Warmwasserversorgung genutzt werden kann. Das Heiz- oder Brauchwasser tritt auf einer zweiten Seite des Restwärmetauschers 36 mit einer Temperatur von 50°C ein und wird auf etwa 70°C erwärmt. Auf der anderen Seite des Restwärmatauschers 36 wird das zweite Arbeitsfluid auf etwa 55°C abgekühlt und tritt mit dieser Temperatur aus dem Restwärmatauscher 36 aus. Das 55°C warne zweite Arbeitsfluid wird einem Vorwärm-Wärmetauscher 38 zugeführt, in dem es von 55°C auf 80°C vorgewärmt wird. Das derart vorgewärmte zweite Arbeitsfluid wird dann dem Rieselfilmkondensator 20 zugeführt, in dem es wieder verdampft wird.

[0020] Damit ist auch der Kreislauf des zweiten Arbeitsfluids und somit der zweite Wärmekraftprozess beschrieben. Der Vorwärm-Wärmetauscher 38 kann unmittelbar in einem Abgastrakt 40 einer Feuerung für den ersten Dampferzeuger 12 angeordnet sein.

[0021] Die Wärmekraftanlage 10 ist in der in der Figur abgebildeten Form jedoch so konzipiert, dass der zweite Wärmekraftprozess in einem austauschbaren Modul zusammengefasst ist.

[0022] Der abgebildete Vorwärm-Wärmetauscher 38 ist daher ein Flüssigkeitswärmetauscher, der nicht nur auf Seiten des zweiten Arbeitsfluids von einem flüssigen Medium durchströmt wird, sondern auch auf seiner wärmeabgebenden Seite. Das Fluid auf der warmen Seite des Vorwärm-Wärmatauschers 38 ist vorzugsweise warmes Wasser, welches in einem Abgaswärmetauscher 40 unter Nutzung des mit etwa 450°C aus der Feuerung austretenden Abgases des ersten Dampferzeugers 12 von ca. 70°C auf ca. 90°C erwärmt wird. Das Abgas wird dabei gleichzeitig von 450°C auf ca. 100°C abgekühlt. Der Vorwärm-Wärmetauscher 38 und der Abgaswärmetauscher 40 sind über Leitungen für das Vorwärmfluid miteinander verbunden.

[0023] Die der Wärmekraftanlage 10 zugeführte Primärenergie röhrt vorzugsweise von fossilen Brennstoffen, die über eine Pumpe 44 dem ersten Dampferzeuger 12 zugeführt werden und in dem ersten Dampferzeuger 12 verbrannt werden. Ein Großteil der dabei freiwerdenden Energie wird in dem ersten Dampferzeuger 12 zum Verdampfen des ersten Arbeitsfluids und Aufheizen desselben auf 370°C benutzt, das beim Verbrennen der fossilen Brennstoffe entstehende Abgas mit einer Temperatur von 450°C wird zu ca. 30% in den ersten Dampferzeuger 12 zurückgeführt, um eine vollständigere Verbrennung und damit eine bessere Nutzung des Energiegehaltes des fossilen Brennstoffs zu bewirken und gleichzeitig den Schadstoffanteil im Abgas zu

senken. Dem Rezirkulieren des Abgases dient eine Rezirkulationspumpe 44.

[0024] Das übrige aus dem Dampferzeuger 12 austretende Abgas wird durch den Abgaswärmetauscher 40 geleitet, man erwärmt dabei das Vorwärmfluid von 70°C auf 90°C und tritt mit einer Temperatur von ca. 100°C aus dem Abgaswärmetauscher 40 aus.

Patentansprüche

10

1. Wärmekraftanlage (10) mit einem ersten Dampferzeuger (12) zum Verdampfen eines ersten Arbeitsfluids und einer mit diesem verbundenen ersten Dampfkraftmaschine (14), sowie mit einem zweiten Dampferzeuger (20), der mit der ersten Dampfkraftmaschine (14) und einer zweiten Dampfkraftmaschine (32) verbunden und ausgebildet ist, aus der ersten Dampfkraftmaschine (14) austretendes erstes Arbeitsfluid zu kühlen und ein zweites Arbeitsfluid zum Antrieb der zweiten Dampfkraftmaschine (32) zu verdampfen, gekennzeichnet durch Wärmetauschmittel (38, 40), die angeordnet und ausgebildet sind, das zweite Arbeitsfluid vor dem Eintritt in den zweiten Dampferzeuger (20) mittels Abwärme des ersten Dampferzeugers (12) vorzuwärmen.

25

2. Wärmekraftanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmetauschmittel (38, 40) angeordnet und ausgebildet sind, das zweite Arbeitsfluid mittels Abgasabwärme des ersten Dampferzeugers (12) vorzuwärmen.

30

3. Wärmekraftanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmetauschmittel zwei Wärmetauscher (38, 40) umfassen, welche über eine Wärmetransportfluid miteinander gekoppelt sind und von denen einer als Abgaswärmetauscher (40) zum Erwärmen des Wärmetransportfluids durch Abgas des ersten Dampferzeugers (12) angeordnet und ausgebildet und der andere als Vorwärm-Wärmetauscher (38) zum Vorwärmen des zweiten Arbeitsfluids mittels des Wärmetransportfluids.

35

4. Wärmekraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen Auskoppel-Wärmetauscher (36), der angeordnet und ausgebildet ist, das zweite Arbeitsfluid zu kühlen und die frei werdende Wärme für die weitere thermische Nutzung auszukoppeln.

40

5. Wärmekraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die mit dem Kreislauf des zweiten Arbeitsfluids in Verbindung stehenden Bestandteile der Wärmekraftanlage (10) wie der Dampferzeuger (20), die Dampfkraftmaschine (32) der Vorwärm-Wärmatauscher (38) und der Auskoppel-Wärmetauscher (36) zu einem austauschbaren Modul der Wärmekraftanlage (10) zusammengefasst sind.

45

6. Wärmekraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Dampferzeuger (20) ein Rieselfilm-Wärmatauscher (20) ist, der ausgebildet ist, das erste Arbeitsfluid in einem Rieselfilm zu kondensieren und die Kondensationswärme durch eine wärmeleitende Trennwand auf das zweite Arbeitsfluid zu übertragen, um dieses zu verdampfen.

50

7. Wärmekraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Arbeitsfluid Wasser und das zweite Arbeitsfluid ein organisches Fluid ist.

55

8. Wärmekraftanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Arbeitsfluid eine Siedetemperatur zwischen 70°C und 90°C

besitzt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

